

# 探讨隐蔽的电压互感器二次电压误接线问题

孙茁,薛源

(三门峡市电业局,河南 三门峡 472000)

**摘要:** 利用实例详细阐述了隐蔽的电压互感器二次电压误接线问题,分析了微机保护插件内部和线路电压互感器内部二次电压误接线长期存在的原因及其对保护动作行为的影响,提出了解决办法。

**关键词:** 电压互感器; 微机保护; 刻度校验; 同期合闸

**中图分类号:** TM451 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2006)08-0076-04

## 0 引言

电压互感器是发电厂和变电站中不可缺少的电气设备,它能将一次系统较高的电压成比例地转变为较低的二次电压,然后通过二次回路把这些电压接入继电保护安全自动装置和电测仪表中。电压互感器的二次电压能直接反映出所在系统母线或线路的一次故障情况,正是有了这些电压互感器二次电压来反映故障才使发电厂和变电站的继电保护装置能够正确动作,从而保护了整个电网的安全稳定运行。

运行中的电压互感器如果发生接线错误,当电气设备或电力系统出现故障时就会引起继电保护装置误动或拒动,将给电力生产带来巨大危害。近年来,通过我们在现场认真的工作,发现并处理了几起电压互感器(以下简称PT)的比较隐蔽且长期存在的缺陷,保证了电网的安全运行。

## 1 按检验规程试验难以发现的微机保护插件内部小PT配线错误

### 1.1 发现问题

2004年3月我局110kV义马变电站义#2主变保护报“中压侧复合电压动作”信号,在现场我们打印了义#2主变保护中压侧(即35kV侧)电压采样报告,报告显示B、C两相电压正常,A相电压偏低,初步判断是义#2主变所运行的35kV北母PTA相二次电压有问题。因此,我们用万用表在义#2主变保护屏端子排内侧测量义35kV北PT各相电压以判断从外部引入装置的电压是否正常,测量的结果是A相、B相电压正常,C相电压偏低,这和电压采样报告显示的故障相别不同。

于是我们用万用表从室内到室外对义35kV北PT二次电压回路依次进行测量,检查出是由于义35kV北PTC相一次保险熔断,造成了义35kV北

PT出来的C相二次电压偏低。更换了义35kV北PTC相一次保险后,义#2主变中压侧三相电压恢复正常,异常信号随之消失。针对实际进入保护装置的电压与保护所感受到的电压相别不一致这个问题我们进行了深入分析。

### 1.2 分析问题

义#2主变保护在新安装和定期校验时,我们都是严格按照检验规程进行试验的。检验规程规定:进行微机保护电压元件的刻度校验时,应将三相电压同极性并联起来后施加50V交流电压,通过打印保护CPU的电压采样报告来验证其电压刻度是否正确(要求其外部电压值与打印的采样值误差小于2%)。经过分析,我们认为这种方法并不能检验出从端子排到交流电压插件内电压相序接错的问题,因为将三相电压线圈并在一起共同施加50V电压,从打印的电压采样报告上就不能确定交流插件内某相电压元件的采样值真正是由其对应的外部哪相电压所产生,也就是说用这种方法试验发现不了交流插件内小PT电压输入侧接线错误问题。于是我们尝试着不把三相电压元件输入端并在一起,而是分别给A、B、C三相加不同的电压值来进行刻度校验,结果发现义#2主变中压侧保护交流插件内的小PT相序不对,厂家配线时分别将外部的A、B、C相电压接到了交流插件内部的B、C、A相小PT上。调整了义#2主变中压侧交流插件内小PT接线后,再次进行试验,结果正常。

### 1.3 对继电保护的影响

由于义马变35kV侧带着地方电厂,为了保证能在双侧电源网络中有选择性地切除故障,保护带有方向。按整定方案要求,保护方向指向35kV母线,即在35kV母线和线路上发生的故障判定为正方向,方向元件动作,在35kV母线至变压器侧发生的故障判定为反方向,方向元件不动作。

在调整 #2 主变中压侧保护交流插件内部小 PT 配线前后我们分别做了电压方向性实验 (方向元件带 90 接线)。在定值中设变压器中压侧复合电压闭锁过流保护方向元件的灵敏角为  $-30^\circ$  (即电流超前电压  $30^\circ$ ) ,按定值加入保护中压侧电流  $I_a$ 、电压  $U_{bc}$ ,使过流元件和复合电压元件处于动作状态。设定电压  $U_{bc}$  相位角为  $0^\circ$  ,改变电流  $I_a$  相位角从  $0^\circ \sim 360^\circ$  ,通过监视功率方向元件的动作、信号情况来测出整个方向过流保护动作的电流角度范围及灵敏角,如表 1 所示。

表 1 调整接线前后方向元件的试验数据

Tab 1 Test data of directive components before and after connection adjustment

现场定值校验 ( $I_a$ 与 $U_{bc}$ )			
调整接线后 (正确接线)		调整接线前 (错误接线)	
整定灵敏角值	$-30^\circ$	整定灵敏角值	$-30^\circ$
动作范围	$-118^\circ \sim 60^\circ$	动作范围	$122^\circ \sim -60^\circ$
动作区夹角	$178^\circ$	动作区夹角	$178^\circ$
灵敏角 $\alpha_m$	$-29^\circ$	灵敏角 $\alpha_m$	$-149^\circ$

其向量图如图 1、2 所示。

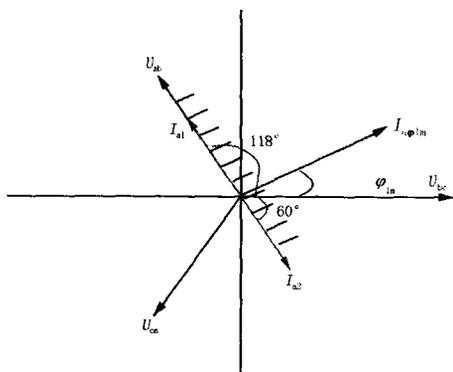


图 1 调整接线后 (正确接线)

Fig 1 Correct connection after adjustment

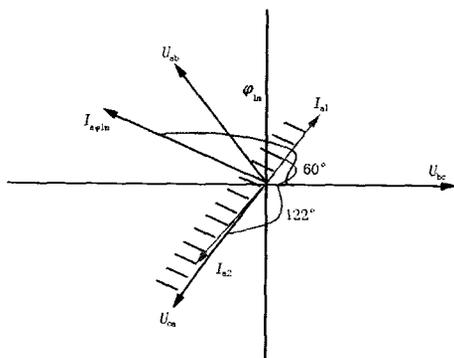


图 2 调整接线前 (错误接线)

Fig 2 Wrong connection before adjustment

可以看到:调整 PT 接线前后,方向过流保护动

作区与灵敏角都发生了变化。由于小 PT 相序错误,保护感受到的电压  $U_{bc}$  实际是外部的电压  $U_{ca}$ ,也就造成 #2 主变中压侧复合电压闭锁过流保护方向元件的灵敏角由  $-29^\circ$  变为  $-149^\circ$  ;偏移了  $120^\circ$  ;动作边界  $I_{a1}$  与  $I_{a2}$  以及动作区也偏移了  $120^\circ$  ;

由此可见,这种接线错误造成了保护动作区的偏移,使保护灵敏度大大下降,直接导致发生故障时,变压器中压侧复合电压闭锁方向过流保护误动或拒动。

### 1.4 小结

通过上面的分析可以看到,按保护校验规程将保护三相电压并起来进行电压刻度试验,只能够验证保护交流插件采集的三相电压幅值是正确的,而无法区别 A、B、C 三相电压的相序、相位,也就不能发现保护交流插件内小 PT 相序和配线的错误。

因此,我们在之后校验微机变压器和微机线路保护电压刻度的工作中,改变刻度校验方法为同时给 A、B、C 三相加入不同的电压值,这样就能够验证微机保护交流插件内电压幅值、相位、相序及配线的正确性。

## 2 以常规方法校验不能发现的线路抽压 PT 接线错误

### 2.1 发现问题

按省电力公司要求,2004 年 6 月我们对辖区内 220 kV 线路开关的同期合闸回路进行了检查。在检查同期合闸回路正确,并用校验装置外加开口三角试验电压 Sa710 和线路电压 A609 同期合 220 kV 各条线路 (共 5 条) 开关正常后,我们在线路带申、

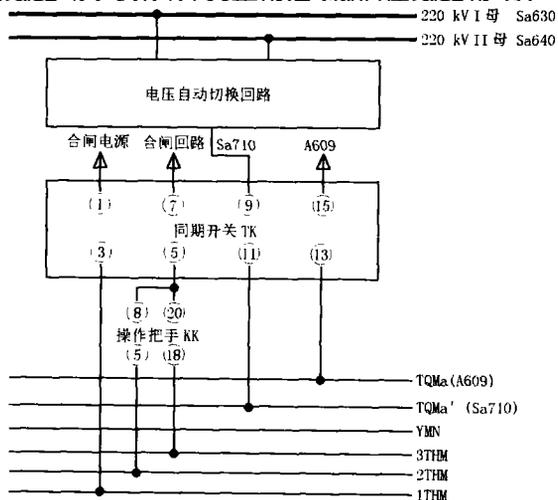


图 3 220 kV 线路同期合闸回路原理图

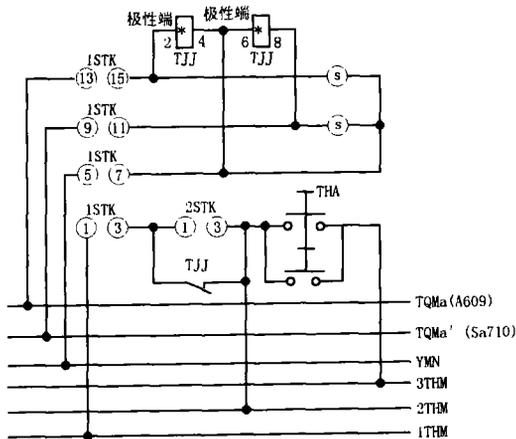
Fig 3 Principle scheme of 220 kV homochronous closing circuit

开关停运、开关两侧刀闸断开的情况下模拟了实际运行情况,即用线路保护的电压自动切换装置切出的试验电压 Sa710和线路侧实际运行电压 A609进行同期合闸试验,结果有 2 条线路(五高 2 和高 22 旁)同期合闸失败。

用外加电压进行同期合闸试验时,220 kV 五高 2 和高 22 旁开关能够成功合上说明它们的同期合闸回路(如图 3)是正确的,而用它们自己的线路侧 PT 二次电压却不能同期合闸,说明问题出在电压回路上。

2.2 分析问题

如图 4 所示,若线路电压 A609 与其切出的试验电压 Sa710 同相位并且相等时,在同期继电器 TJJ 线圈上产生的合成磁通为零, TJJ 就不动作,其常闭触点接通,按同期合闸按钮 THA,开关就能合闸成功。



注: TJJ 为同期继电器; 1STK 为预备同期开关; THA 为同期合闸按钮; 2STK 为解除同期开关; S 为同期表。

图 4 公共部分同期合闸回路原理图

Fig 4 Scheme of homochronous closing circuit in common part

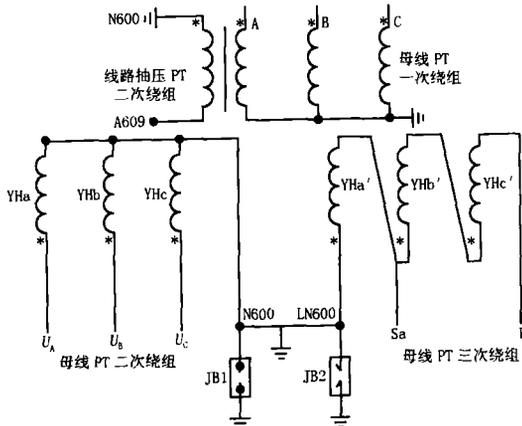


图 5 220 kV PT 回路接线图 (示意图)

Fig 5 Scheme of 220 kV PT circuit

在同期试验合 220 kV 五高 2 和高 22 旁开关时,我们发现中央信号控制屏上的同期表显示本线路与系统不同期,测量 220 kV 五高 2 和高 22 旁控制屏内同期小母线 TQM<sub>a</sub> 和 TQM<sub>a</sub>' 上的电压,发现上面的电压 A609、Sa710 对 N600 (即 YMN) 均为 100 V,但 A609 与 Sa710 之间压差却有 200 V,这就说明 A609 与 Sa710 的相位正好相反。经检查,原来是 220 kV 五高 2 和高 22 旁线路抽压 PT 至端子箱间 A609 和 N600 电缆芯对反,造成了 A609 与 Sa710 极性相反。

其向量图如图 6、7 所示。

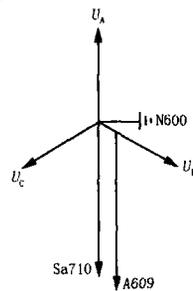


图 6 调整接线后 (正确接线)

Fig 6 Correct connection after adjustment

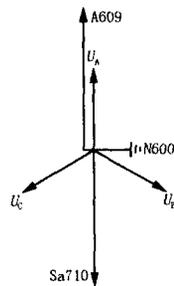


图 7 调整接线前 (错误接线)

Fig 7 Wrong connection before adjustment

如图 5、图 6 所示,高村变 220 kV 线路保护重合闸要求抽压 PT 反极性接出,即线路抽压 PT 极性端应接 N600,非极性端应接 A609,这样 A609 就与 U<sub>A</sub> 相位相反;而高村变电站 220 kV PT 是 A 相电压极性端接 N600,试验电压 Sa 取自 A 的非极性端也与 U<sub>A</sub> 相位相反,所以 A609 与 Sa710 的相位一致,从而能够检同期合闸成功。

如图 7 所示,在调整接线前由于 A609 和 N600 两芯对反,接在极性端的 A609 与试验电压 Sa710 相位相差 180°,所以不能同期合闸,调整线路抽压 PT 的接线后再次进行同期合闸试验就能顺利合上开关了。

### 2.3 对继电保护的影响

这样的接线错误对保护的动作为造成了很大影响,如果发生瞬时性故障的线路保护重合闸方式投的是检同期,那么当对侧线路保护检无压重合开关成功后,即使线路本侧系统与对侧系统已经同期,但由于本侧线路抽压 PT电压 A609极性接错,保护就判定为非同期,本侧线路的重合闸保护就不动作,直接导致线路上发生瞬时性故障时本侧开关跳开后不再重合。

### 3 小结

高村变 220 kV 15高 2和高 22旁的线路抽压 PT极性接错了近 20年(自投运至今)却一直未被发现的原因就是按常规方法校验并不能验证线路抽压 PT极性接的是否正确。因为 220 kV 线路保护进行校验工作时一般会停电,即使 220 kV 线路不停电,在试验前做安全措施时我们也需要将线路端子箱内的抽压 PT二次小保险拔掉,以免校验装置输出的试验电压窜到带电的线路抽压 PT上,这就造成试验时能够检查到的线路电压 A609仅仅是保护屏端子排到保护插件之间的这一段回路与接线。要想解决此类问题,就需要做进一步的检查:

若本侧开关停运、线路停电,需要将室外抽压 PT内的二次电缆芯拆掉后和端子箱、保护屏内进行对线;

若本侧开关停运、线路带电,需要在室内线路保护屏处将实际的母线 PT开口三角试验电压 Sa710与实际的线路电压 A609进行大小、相位的比较。

只有这样进行检查试验才能保证线路抽压 PT内的接线是正确的。

### 参考文献:

- [1] 南京电力自动化设备总厂. WBZ-02微机型变压器保护装置调试大纲[Z].  
Nanjing Electric Power Automation Equipment General Factory. Commissioning Outline of WBZ-02 Computerized Protector for Transformer[Z].

收稿日期: 2005-08-16; 修回日期: 2005-09-02

### 作者简介:

孙 茁(1955-),男,高级工程师,长期从事地区电网运行技术和管理工作的;

薛 源(1976-),男,工程师,从事继电保护运行维护和技术管理工作。E-mail: xuey@sohu.com

## Discussion of potential misconnection on secondary voltage of voltage transformer

SUN Zhuo, XUE Yuan

(Sanmenxia Electrical Power Bureau, Sanmenxia 472000, China)

**Abstract:** The paper takes examples to describe the potential misconnection problem on secondary voltage of voltage transformer. It analyzes the reasons of long-term misconnection in computerized protective inserters and voltage transformers of lines, and discusses the impact of existing problems on protection action. Solutions are presented.

**Key words:** voltage transformer; microprocessor-based protection; calibration check; homochronous closing circuit

(上接第 75页 continued from page 75)

### 作者简介:

刘 华(1955-),男,高工,从事电力系统继电保护技术管理工作; E-mail: jdbhzzhn@sina.com

## Analysis of an operation of breaker failure protection and maloperation of bus protection during a fault occurred in a 220 kV line

LU Hua

(Henan Province Power Dispatching and Communication Center, Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** During a fault occurred in a 220 kV line, the line protections acted correctly, but the breaker miss tripped. It caused breaker failure protection acted and bus protection maloperation, and the voltage of two 220 kV substation all lost. The fault reason is detailed and the relevant countemeasures are proposed.

**Key words:** failure protection; bus protection; maloperation; analysis